

CLIPPEDIMAGE= JP407017720A

PAT-NO: JP407017720A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07017720 A

TITLE: METHOD FOR CONTROLLING TEMPERATURE OF GLASS IN FOREHEARTH

PUBN-DATE: January 20, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIYUKUHARA, EIJI

KANO, MOTOO

KONISHI, MASAHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

O C ENG KK

N/A

ISHIZUKA GLASS CO LTD

N/A

APPL-NO: JP05162656

APPL-DATE: June 30, 1993

INT-CL\_(IPC): C03B007/06

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a method for controlling the glass temps. in a forehearth constituted to execute change to a kind different in gob temp. while maintaining the gob temp. of the kind currently under production in the forehearth of the process for production of glass in stable state in a short period of time.

CONSTITUTION: The glass temps. are measured in a spout part and for each of respective zones. The measured glass temps. are subjected to fuzzy inference by two variables; a deviation from the set value thereof and a change rate of a difference between the temp. measured this time and the temp. measured previous time with time, by which the set temps. for the glass temps. in the respective zones are determined. The gas flow rates of respective burners are then controlled by regulating the set values for the opening degrees of valves of cooling zones and the set values of the respective glass temps.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-17720

(43) 公開日 平成7年(1995)1月20日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 0 3 B 7/06

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平5-162656

(22) 出願日 平成5年(1993)6月30日

(71) 出願人 000103459

オーシーエンジニアリング株式会社  
大阪府大阪市北区堂島浜1丁目4番4号

(71) 出願人 000198477

石塚硝子株式会社  
愛知県名古屋市長和区高辻町11番15号

(72) 発明者 祝原 榮治

大阪府大阪市大正区南恩加島7丁目1番55号  
オーシーエンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 加納 源生

大阪府大阪市大正区南恩加島7丁目1番55号  
オーシーエンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外8名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォーハース内のガラス温度制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 ガラス製造工程のフォーハースにおいて、現在生産中の品種のゴブ温度を安定状態に維持しつつ、ゴブ温度の異なる品種への変更を短時間で行なうようにしたフォーハース内のガラス温度の制御方法に関する。

【構成】 スバウト部および各ゾーン毎にガラス温度を計測し、計測されたガラス温度について、その設定値との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的变化量の2変数によって、ファジィ推論を行ない各ゾーンのガラス温度の設定温度を決定し、クーリングゾーンのバルブの開度設定値および各ガラス温度の設定値を調整して、各バーナーのガス量の制御を行なうようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス溶解炉で溶解されたガラスを溶解炉に隣接して設置された作業槽から燃焼手段が配設されたフォーハースを経てフィーダーに送給させ、ゴブを形成するようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法において、(a) フォーハースをNo3、No2、No1の複数のゾーンに区画形成して、No3ゾーンおよびNo2ゾーンをクーリングゾーン、No1をコンディショニングゾーンとし、(b) 前記No1ゾーンの先端部にスパウト部を形成し、(c) 前記No3ゾーンおよび前記No2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、(d) スパウト部に温度計を設置してガラス温度を計測し、(e) 各ゾーン毎に複数の温度計を設置してガラス温度を計測し、(f) スパウト部で計測されたガラス温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量の2変数を、ファジィ推論規則の前件部として、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいてファジィ推論を行ない、No1ゾーンのガラス温度の設定温度を決定し、(g) No3ゾーン、No2ゾーンのそれぞれにおいて計測された

ガラス温度について、設定温度との偏差量およびそれぞれの今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量の2変数を、ファジィ推論規則の前件部とし、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいて、ファジィ推論を行ない、No3ゾーン、No2ゾーンのガラス温度の設定温度を決定し、(h) 各クーリングバルブの開度設定値および各ガラス温度の設定値を調整して、各バーナーの燃焼ガス量の制御を行うことを特徴とするフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項2】 ガラス溶解炉で溶解されたガラスを溶解炉に隣接して設置された作業槽から燃焼手段が配設されたフォーハースを経てフィーダーに送給させ、ゴブを形成するようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法において、(a) フォーハースをNo3、No2、No1の複数のゾーンに区画形成して、No3ゾーンおよびNo2ゾーンをクーリングゾーン、No1をコンディショニングゾーンとし、(b) 前記No1ゾーンの先端部にスパウト部を形成し、(c) 前記No3ゾーンおよび前記No2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、(d) スパウト部にトライレベル計を設置してガラス生地温度を計測し、(e) 各ゾーン毎にゾーンの後部にガラス表面温度計を設置して、ガラス表面温度を計測し、(f) 各ゾーン毎に複数のトライレベル計を設置してガラス生地温度を計測し、(g) スパウト部で計測されたガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量の2変数を、ファジィ推論規則の前件部として、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいてファジィ推論を行ない、No1ゾーンのガラス表面温度の設定温度を決定し、(h) No3ゾーン、No2ゾーンのそれぞれに

において計測されたガラス生地温度について、設定温度との偏差量およびそれぞれの今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量の2変数を、ファジィ推論規則の前件部とし、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいて、ファジィ推論を行ない、No3ゾーン、No2ゾーンのガラス表面温度の設定温度を決定し、(i) 各クーリングバルブの開度設定値および各ガラス生地温度の設定値を調整して、各バーナーの燃焼ガス量の制御を行うことを特徴とするフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項3】 No1ゾーンのバーナーバルブ開度と適正值との偏差量およびガラス表面温度の今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量によってファジィ推論を行ない、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御するとともに、No2ゾーンのバーナーバルブ開度と適正值との偏差量およびガラス表面温度の今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量によってファジィ推論を行ない、No3ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2項記載のフォーハース内ガラス温度制御方法。

【請求項4】 No1ゾーンに上位部、中位部、および下位部を流れるガラスの生地温度を計測するトライレベル計を配設し、各部のそれぞれのガラス生地温度を計測し、上位部ガラス生地温度と中位部ガラス生地温度の差および上位部ガラス生地温度と下位部ガラス生地温度の差によってファジィ推論を行ない、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2項または第3項記載のフォーハース内ガラス温度制御方法。

【請求項5】 スパウト部、No3ゾーン、No2ゾーンおよびNo1ゾーンにおけるそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量によってファジィ推論を行ない、

それぞれ対応するゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2乃至4項中のいずれか一項記載のフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項6】 スパウト部、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地設定温度の変更量およびガラス生地温度とその設定値との偏差量によってファジィ推論を行ない、スパウト部の設定温度が変更された場合には、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御するとともにNo1ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御し、No2ゾーンの設定温度が変更された場合には、No2ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御し、No3ゾーンの設定温度が変更された場合には、No3ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2乃至4項中のいずれか一項記載のフォーハース内のガラス温度制御方法。

至5項中のいずれか一項記載のフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項7】 スパウト部のガラス生地温度と設定温度との偏差量、今回計測温度と前回計測温度との時間的変化量によりファジィ推論を行なう第1制御領域(I)と、ガラス生地温度が、設定温度から大きく離れている場合には操作量を連続して出力する第2制御領域(II)とにより構成し、第1制御領域(I)において、スパウト部のガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量、第2制御領域(II)において、スパウト部のガラス生地温度について、その設定温度との偏差量およびNo 1ゾーンのバーナーバルブの開度量によってファジィ推論を行ない、No 1ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2乃至6項中のいずれか一項記載のフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項8】 No 3ゾーン及びNo 2ゾーンにおけるそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との時間的変化量によりファジィ推論を行なう第1制御領域(I)と、ガラス生地温度が設定温度から大きく離れている場合には、操作量を連続して出力する第2制御領域(II)とにより構成し、第1制御領域(I)において、No 3ゾーンおよびNo 2ゾーンのそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量、第2制御領域(II)において、No 3ゾーンおよびNo 2ゾーンのそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量およびNo 3ゾーンおよびNo 2ゾーンのバーナーバルブの開度量によってファジィ推論を行ない、第1制御領域(I)において、No 3ゾーンおよびNo 2ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量を制御し、第2制御領域(II)において、No 3ゾーンおよび第2ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2乃至7項中のいずれか一項記載のフォーハース内のガラス温度制御方法。

【請求項9】 No 3ゾーンおよびNo 2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、上記各ゾーンのバーナーバルブ開度と適正開度の偏差量および上記各ゾーンのガラス生地温度と設定温度の偏差量によってファジィ推論を行ない、上記各ゾーンのクーリングバルブの開度の変更量を制御するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第2乃至8項中のいずれか一項記載のフォーハース内のガラス温度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 ガラス製造工程のフォーハースにおいて、現在生産中の生産品種のゴブ温度を安定状態に維持しつつ、ゴブ温度の異なる生産品種への変更を短時

間で行なうようにしたフォーハース内のガラス温度の制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ガラス製造工程の一般的なフォーハースにおいては、各ゾーンに設けられた放射温度計などの測定器類によって、温度等を計測し、バーナー開度や冷却風量を調整して、その品種の生産終了までゴブ温度の変動が生じないように自動調整を行なっていた。一般的には、各ゾーンのガラス温度を測定し、その表面温度を一定に保つように、フィードバック制御によるPID制御により自動制御を行なっている。最近では、フィードフォワード/フィードバック制御を併用した制御方法も提案されている。

【0003】 フォーハース内のガラス温度のプロセス特性は、むだ時間、時定数が大きく、外乱要因も多く、かつ、ガラス流出量変更時にプロセスダイナミック(動特性)が大きく変化する点で、有効な温度制御手法が確立されていない。ゴブ温度の異なる生産品種への変更を短時間で行なう制御手法が無く、熟練運転員の経験による判断、操作に頼らざるを得ず、経験量の差により、どうしても温度変更後、目標のゴブ温度に安定するまでに時間がかかり、成形機側の生産品種の切替作業が完了しても、まだ目標温度に到達していないため、生産を開始することができないケースがある。一般的に、成形機の実品種切替に要する作業時間が、平均60分であるのに対し、ゴブ温度の目標のゴブ温度に安定するまでに、平均100分かかる。

【0004】 生産中におけるゴブ温度は、フィードバック制御によるPID制御による自動制御の場合、外乱要因による影響を完全に吸収することができず、ゴブ温度の変化量に近い、フォーハースのスパウト部の温度で平均±2℃変化する。ゴブ温度の変動は、ゴブ重量(製品重量)の変化をもたらす、最悪のケースには、成形不良発生をきたし、生産工程に影響を及ぼすことになる。仮に、フィードフォワード/フィードバック制御を併用した制御手法を試みたとしても、外乱要因による影響をある程度防ぐことができるが、フォーハース特有のむだ時間が長いために、むだ時間補償機能が必要となり、簡単に満足な制御結果を得ることが難しい。そこで、制御手法の改善を図ろうとすると始めから再構築する必要があり、完成までにかなりの工数を必要とする。うまく完成したとしても、形式の違うフォーハースに適用する場合や、同じ形式であっても老朽化により作り替えた場合にも、始めからチューニングを行なう必要があり、現実性に乏しい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来のガラス温度制御方法は、以上のように行なわれており、この発明は上記のような問題を解決するためになされたもので、熟練運転員の経験的な判断と運転操作過程を制御則とするフ

10

20

30

40

50

ファジィ制御系によって、フォーハース内のガラス温度の的確かつ容易な制御を可能としたフォーハースの温度制御方法を提供することを目的とする。フォーハースのガラス温度調整に関する制約条件を制御則に加えた多変数型ファジィ制御系によって、フォーハースのガラス温度の的確かつ容易な制御を可能としたフォーハース内のガラスの温度制御方法を提供することを目的とする。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明によれば、ガラス溶解炉で溶解されたガラスを溶解炉に隣接して設置された作業槽から燃焼手段が配設されたフォーハースを経てフィーダーに送給させ、ゴブを形成するようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法において、(a) フォーハースをNo3、No2、No1の複数のゾーンに区画形成して、No3ゾーンおよびNo2ゾーンをクーリングゾーン、No1をコンディショニングゾーンとし、(b) 前記No1ゾーンの先端部にスパウト部を形成し、(c) 前記No3ゾーンおよび前記No2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、(d) スパウト部に温度計を設置してガラス温度を計測し、(e) 各ゾーン毎に複数の温度計を設置してガラス温度を計測し、(f) スパウト部で計測されたガラス温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量の2変数を、ファジィ推論規則の前件部として、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいてファジィ推論を行ない、No1ゾーンのガラス温度の設定温度を決定し、(g) No3ゾーン、No2ゾーンのそれぞれにおいて計測されたガラス温度について、設定温度との偏差量およびそれぞれの今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量の2変数を、ファジィ推論規則の前件部とし、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいて、ファジィ推論を行ない、No3ゾーン、No2ゾーンのガラス温度の設定温度を決定し、(h) 各クーリングバルブの開度設定値および各ガラス温度の設定値を調整して、各バーナーの燃焼ガス量の制御を行うことを特徴とする。

【0007】本発明方法は、ガラス溶解炉で溶解されたガラスを溶解炉に隣接して設置された作業槽から燃焼手段が配設されたフォーハースを経てフィーダーに送給させ、ゴブを形成するようにしたフォーハース内のガラス温度制御方法において、(a) フォーハースをNo3、No2、No1の複数のゾーンに区画形成して、No3ゾーンおよびNo2ゾーンをクーリングゾーン、No1をコンディショニングゾーンとし、(b) 前記No1ゾーンの先端部にスパウト部を形成し、(c) 前記No3ゾーンおよび前記No2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、(d) スパウト部にトライレベル計を設置してガラス生地温度を計測し、(e) 各ゾーン毎にゾーンの後部にガラス表面温度計を設置して、ガラス表面温度を計測し、(f)

各ゾーン毎に複数のトライレベル計を設置してガラス生地温度を計測し、(g) スパウト部で計測されたガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量の2変数を、ファジィ推論規則の前件部として、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいてファジィ推論を行ない、No1ゾーンのガラス表面温度の設定温度を決定し、(h) No3ゾーン、No2ゾーンのそれぞれにおいて計測されたガラス生地温度について、設定温度との偏差量およびそれぞれの今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量の2変数を、ファジィ推論規則の前件部とし、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいて、ファジィ推論を行ない、No3ゾーン、No2ゾーンのガラス表面温度の設定温度を決定し、(i) 各クーリングバルブの開度設定値および各ガラス生地温度の設定値を調整して、各バーナーの燃焼ガス量の制御を行うことを特徴とする。

【0008】本発明方法は、No1ゾーンのバーナーバルブ開度と適正值との偏差量およびガラス表面温度の今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量によってファジィ推論を行ない、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御するとともに、No2ゾーンのバーナーバルブ開度と適正值との偏差量およびガラス表面温度の今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量によってファジィ推論を行ない、No3ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御することを特徴とする。

【0009】本発明方法は、更にNo1ゾーンに上位部、中位部、および下位部を流れるガラスの生地温度を計測するトライレベル計を配設し、各部のそれぞれのガラス生地温度を計測し、上位部ガラス生地温度と中位部ガラス生地温度の差および上位部ガラス生地温度と下位部ガラス生地温度の差によってファジィ推論を行ない、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御することを特徴とする。

【0010】本発明方法は、更にスパウト部、No3ゾーン、No2ゾーンおよびNo1ゾーンにおけるそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量によってファジィ推論を行ない、それぞれ対応するゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御することを特徴とする。

【0011】本発明方法は、更にスパウト部、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地設定温度の変更量およびガラス生地温度とその設定値との偏差量によってファジィ推論を行ない、スパウト部の設定温度が変更された場合には、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量を制御するとともにNo1ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御し、No2ゾーン

の設定温度が変更された場合には、No2ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御し、No3ゾーンの設定温度が変更された場合には、No3ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御することを特徴とする。

【0012】本発明方法は、更にスパウト部のガラス生地温度と設定温度との偏差量、今回計測温度と前回計測温度との時間的変化量によりファジィ推論を行なう第1制御領域(I)と、ガラス生地温度が、設定温度から大きく離れている場合には操作量を連続して出力する第2制御領域(II)とにより構成し、第1制御領域(I)において、スパウト部のガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量、第2制御領域(II)において、スパウト部のガラス生地温度について、その設定温度との偏差量およびNo1ゾーンのバーナーバルブの開度量によってファジィ推論を行ない、No1ゾーンのガラス表面設定温度の変更量を制御することを特徴とする。

【0013】本発明方法は、更にNo3ゾーン及びNo2ゾーンにおけるそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との時間的変化量によりファジィ推論を行なう第1制御領域(I)と、ガラス生地温度が設定温度から大きく離れている場合には、操作量を連続して出力する第2制御領域(II)とにより構成し、第1制御領域(I)において、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量および今回計測温度と前回計測温度との差の時間的変化量、第2制御領域(II)において、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス生地温度について、その設定温度との偏差量およびNo3ゾーンおよびNo2ゾーンのバーナーバルブの開度量によってファジィ推論を行ない、第1制御領域(I)において、No3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量を制御し、第2制御領域(II)において、No3ゾーンおよび第2ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量を制御することを特徴とする。

【0014】本発明方法は、更にNo3ゾーンおよびNo2ゾーンのそれぞれの両側にクーリング手段を配設し、上記各ゾーンのバーナーバルブ開度と適正開度の偏差量および上記各ゾーンのガラス生地温度と設定温度の偏差量によってファジィ推論を行ない、上記各ゾーンのクーリングバルブの開度の変更量を制御することを特徴とする。

【0015】

【実施例】本発明方法を実施するフォーハース設備の全体構成を説明する。図1、図2および図3に基いて説明すると、ガラス溶解炉で熔融されたガラスはフォーハース前に設置されている作業槽1からフォーハース2へ流れ込む。フォーハースは流れ込んだ高温ガラス(約1200℃)をゴブ温度(約1150~1100℃)近くまで冷却するク

ーリングゾーン(No3、No2ゾーン)と、冷却されたガラス温度を均一に下げするためのコンディショニングゾーン(No1ゾーン)に区分される。クーリングブロー3によって冷却エアーはNo3、No2ゾーンに吹き込まれる。また、クーリングブローは、No3、No2のゾーン毎に設置されており元ダンパーの調整によってそれぞれのゾーンへ吹き込まれる冷却エアー量を制御することができる。

【0016】燃焼バーナーはNo1、No2、No3ゾーン毎に設置されておりその燃焼ガス量の制御はゾーン毎に行われる。ゾーンの後部へ設置された輻射温度計4、4、—、—、によってガラス表面温度を計測し、その設定温度との差からバーナーの燃焼ガス量を調節するためのPID調節計が各ゾーン毎に設置されている。

【0017】本制御方法は、ガラス生地温度の安定が目的のひとつであることから、各ゾーンにガラス生地温度を計測するトライレベル計T/C5、5、—、—、を設置しスパウト部6には、トライレベルT/C5を設置して、本制御方法への入力データとしている。入力データはこの他にガラス表面温度、燃焼バルブ開度、クーリングバルブ(クーリングダンパ)開度がある。

【0018】本制御方法では、ファジィ推論を行い、その推論結果を出力する操作端は、各ゾーンのPID調節計への設定値、No2、No3ゾーンのクーリングバルブ(クーリングダンパ)の開度設定値および各ガラス生地温度の設定温度である。

【0019】なお、クーリングゾーンとしてNo3、No2ゾーンを設けているが、必要によってはNo4ゾーンを設けることができることは勿論である。その場合No4ゾーンに燃料バーナーはもとより必要な機器類を設けることは勿論である。

【0020】また図2で示すように一つの溶解炉に対して複数個(図2では6個)のフォーハースを並設することができ、この場合同一品種はもとより、異なった品種を同時に生産することができる。また、この際タンクコネクションに設置された温度計(t4、t5、t6、t7、t8、t9)により、隣接するフォーハースを含め外的変化を確実に把握して、適宜に対処して目的とするゴブ温度を安定状態に維持できる。

【0021】先ずファジィ制御の制御ブロックについて説明する。図4は、ファジィ制御を構成する各制御ブロックを示す。プロセスデータ演算部、ファジィ推論部等によって構成されている。プロセスデータ演算部は、プロセスよりガラス生地温度、ガラス表面温度、バーナーバルブ開度、クーラーバルブ開度を入力しデータベース部にあるそれぞれの設定温度との偏差量の算出や、今回計測値と前回計測値との時間的変化量の算出等を行う。ファジィ推論部では、プロセスデータ演算部より入力したデータとそのデータに対応するメンバーシップ関数および推論規則からファジィ推論を行う。操作量算出部は

ファジィ推論により求められた定性的な操作量を定量的な値へと算出する。複数の推論規則がある場合には、メンバーシップの値で加重平均値をとり操作量の変更量( $\Delta U$ )を求める。操作量評価部では、求められた操作量の変更量( $\Delta U$ )と現在の操作量を加算し、その値が予め決められた範囲内かどうかの評価が行われる。その値が適正な場合には制御部へ送られプロセスへの入力となる。

【0022】本制御方法の実施にあたっては、図5に示す機器構成にてシステムを構成しプロセスよりの入出力信号は、プログラミングロジックコントローラ(以下PLCという)を介して、パーソナルコンピュータ(PC)へと取込まれている。PCでの主な機能は

1. 入出力データの管理及びフィルタリング機能
2. ファジィ推論機能及び事前設定変更処理機能
3. 型替え設定機能
4. マンマシンインターフェイス機能

に大別される。PLCを介して入力されるデータ群の内、ガラス生地温度、ガラス表面温度等の制御に用いられる主要データについては、移動平均処理にてフィルタリング処理が行なわれる。

【0023】図6に示されるようにファジィ推論部においては、フィルタリングされたデータをもとにした定常状態モードでのファジィ推論、立上げ整定モードでのファジィ推論が行なわれる。この2つのモードの切替えは、プロセスの操業状況によって自動的に行なわれる。ファジィ推論に用いられる制御目標値、パラメータや警報設定値(上限値・下限値)等のデータは、生産品種毎に異なるため、それらのデータをあらかじめ登録しデータベースとして保存しておく。型替え設定においては、次に生産する品種の型替え時刻の設定、生産品種のデータベースの呼出しを可能としている。(図6参照) PCは上記の他に下記の機能も具備している。

1. グラフィック画面、オーバービュー画面による運転監視操作
2. アラーム機能
3. DDC(ダイレクト デジタル コントロール)機能
4. トレンド画面表示
5. データロギング機能

【0024】以下、定常状態におけるファジィ制御及び立ち上げ整定時におけるファジィ制御について項を分けて詳細に説明する。

〔1〕定常状態におけるファジィ制御

定常状態におけるファジィ制御には、次の制御ループがある。

(A) スパウト部のガラス生地温度の安定制御

- (B) No2、No3ゾーンのガラス生地温度の安定制御
- (C) No1、No2ゾーンの操作量を補正する制御
- (D) No1ゾーンのガラス生地温度の均一化制御
- (E) 外乱対応制御

【0025】(A) スパウト部のガラス生地温度の安定制御

コブ温度の安定化のために、フォーハースの最後部で、ゴブ成形部でもあるスパウト部でのガラス生地温度を一定温度で安定させるための制御ループである。本制御ループでは、予め設定されているスパウト部のガラス生地設定温度と今回計測されたガラス生地温度との偏差量を算出するとともに、今回計測されたガラス生地温度と前回計測されたガラス生地温度との差を算出して、時間的な変化量を求める。そしてガラス生地温度の偏差量と時間的な変化量の2変数を、ファジィ推論規則の前件部として、あらかじめ設定されたファジィ集合のメンバーシップ関数と推論規則に基づいて、ファジィ推論を行ない、No1ゾーンのガラス表面温度の設定温度を決定する。決定された設定温度は、ガラス表面温度を自動制御するPID調節計へ送られる。すなわち図7に示されるように、スパウト部ガラス生地温度をトライレベル計(O)で計測し、ファジィ推論部への入力データとして、そのファジィ推論結果をPID調節計に入力し、一方、No1ゾーンのガラス表面温度を輻射温度計

【外1】

(X)

で計測して、PID調節計への入力データとし、PID調節計の設定値を調整して、No1ゾーンのバーナーの燃焼ガス量の制御を行なう。

【0026】(1) 入力データとメンバーシップ関数  
ファジィ推論のために用いられる入力データとそのメンバーシップ関数を図8に示す。

a) スパウト部ガラス生地温度とその設定温度との偏差量(E) (図8)

b) スパウト部ガラス生地温度の時間的な変化量( $\Delta E$ )  
(今回計測温度) - (前回計測温度) (図9)

図中、PB、Z、NBはメンバーシップ関数に与えられた名称である。

PB: 正に大きい

Z: 不変

NB: 負に大きい

【0027】(2) 推論規則(制御ルール) (表1)

スパウト部のガラス生地温度の偏差量と時間的な変化量からファジィ推論を行いNo1ゾーンのガラス表面温度の設定温度を決定するための推論規則を表1に示す。

【0028】

【表1】

## ガラス生地温度の偏差量(E)

		NB	Z	PB
ガラス生地温度	PB	(NS)	(NM)	(NB)
の時間的変化量	Z		(Z)	
(ΔE)	NB	(PB)	(PM)	(PS)

上記表1の推論規則は、右上の場合

「もし、偏差量が非常に高くかつ時間的変化量が非常に高いならば、No1ゾーンのガラス表面温度の設定値を非常に低くせよ」という推論規則である。表中の

【外2】

(PB), (PM), (PS), (Z), (NS), (NM), (NB)

は推論規則の後件部の操作部であるNo1ゾーンガラス表面温度の設定温度のメンバーシップに与えられた名称である。

【外3】

- (PB) 正に大きい  
(PM) 正に普通  
(PS) 正に小さい  
(Z) 不変  
(NS) 負に小さい  
(NM) 負に普通  
(NB) 負に大きい

スパウト部ガラス生地温度の偏差量(E)と時間的変化量(ΔE)の2変数によりNo1ゾーンガラス表面設定温度の変更量(ΔU)を推論する。この際複数の推論規則によりNo1ゾーンガラス表面温度の設定温度が規定されている場合は、各メンバーシップの値に応じた加重平均値をもってNo1ゾーンの設定温度の変更量(ΔU)が求められる。求められた設定温度の変更量(ΔU)と現在のNo1ゾーンガラス表面温度の設定温度が加算されて新\*

## ガラス生地温度の偏差量(E)

		NB	Z	PB
ガラス生地温度	PB	(Z)	(NM)	(NB)
の時間的変化量	Z	(PM)	(Z)	(NM)
(ΔE)	NB	(PB)	(PM)	(Z)

b)No3ゾーン

No3ゾーンガラス生地温度の偏差量(E)と時間的変化量(ΔE)の2変数によりNo3ゾーンガラス表面設定温度の変更量(ΔU)を推論する。推論規則はa)項のNo2※50

\*しい設定温度となる。

10 【0029】(B)No2, No3ゾーンのガラス生地温度の安定制御

ゴブ温度の安定化のためにフォーハースのクーリングゾーンであるNo2, No3ゾーンでのガラス生地温度を一定温度にて安定させるための制御ループである。図10に示されるようにNo2ゾーン、No3ゾーンのそれぞれにおいてガラス生地温度を計測し設定温度との偏差量、また、それぞれのガラス生地温度の時間的変化量によってファジィ推論を行いNo2ゾーン、No3ゾーンのガラス表面温度の設定温度を決定する。決定された設定温度は、ガラス表面温度を自動制御するワンループコントローラへ送られる。

【0030】(1) 入力データとメンバーシップ関数

a)No2ゾーンガラス生地温度とその設定温度との偏差量(E)(図11)

b)No2ゾーンガラス生地温度の時間的変化量(ΔE)(今回計測値)-(前回計測値)(図12)

c)No3ゾーンガラス生地温度とその設定温度との偏差量(E)(図13)

d)No3ゾーンガラス生地温度の時間的変化量(ΔE)

30 (今回計測値)-(前回計測値)(図14)

【0031】(2) 推論規則(制御ルール)(表2)

a)No2ゾーン

No2ゾーンガラス生地温度の偏差量(E)と時間的変化量(ΔE)の2変数によりNo2ゾーンガラス表面設定温度の変更量(ΔU)を推論する。

【0032】

【表2】

※ゾーンと同様である。

【0033】(C)No1, 2ゾーンの操作量を補正する制御

図15で示されるように、No2, No3のそれぞれ



のゾーンは、ガラス生地温度を予め設定された設定温度で安定制御されている。これら各ゾーンの単独ループでの操作量を観察し、その操作量が適正な範囲内に収まるように前段ゾーンのガラス生地設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) をファジィ推論する。

- 【0034】(1) 入力データとメンバーシップ関数  
a) No1 ゾーンバーナーバルブ開度と適正值との偏差量 (図16)  
b) No1 ゾーンガラス表面温度の時間的変化量 (図17)  
c) No2 ゾーンバーナーバルブ開度と適正值との偏差量 \*10 【表3】

No1 ゾーンバーナーバルブ  
開度の偏差量

	NB	Z	PB
ガラス表面温度	(NB)		(Z)
の時間的変化量	(NM)	(Z)	(PM)
	(Z)		(PB)

#### b) No2 ゾーン

No2 ゾーンバーナーバルブ開度の偏差量とガラス表面温度の時間的変化量よりファジィ推論を行いNo3ゾーンのガラス生地設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) を決定する。推論規則はa)項No1ゾーンと同様である。

【0037】(D) No1ゾーンのガラス生地温度の均一化制御

No1ゾーンの上下方向に対するガラス生地温度差を極力少なくするために上位部温度と中位部温度の差、または、上位部温度と下位部温度の差によってファジィ推論を行い、No2, 3ゾーンのガラス生地設定温度の変更量 30 を決定する。フォーハース内のガラスは図20のように表面からスパウト部下部に向かって傾斜を持って流れている。従ってNo1ゾーンの上部のガラス温度は、No1ゾーンのバーナーにて制御し、また、中位部の温度はNo2ゾーンのバーナーにて制御し、下位部の温度は、No3ゾーンのバーナーにより制御が可能である。(図20参照)

【0038】(1) 入力データとメンバーシップ関数

- a) No1 ゾーンガラス生地温度の上位部温度と中位部温度の差 (図21)

図21に示すようにZero近辺へ許容範囲を設けており、この範囲内に温度差がある場合は操作量の変更は行われない。よって、この許容範囲の値を変更することで、上位部温度と中位部温度の最大差の制御も可能である。

- b) No1 ゾーンガラス生地温度の上位部温度と下位部温度の差 (図22)

本入力データのメンバーシップにも許容範囲を設けている。a)項と同様である。

【0039】(2) 推論規則 (制御ルール) (表4, 表5)

No1ゾーンのガラス生地温度の上位部温度と中位部温度※50

\* (図18)

- d) No2 ゾーンガラス表面温度の時間的変化量 (図19)

【0035】(2) 推論規則 (制御ルール) (表3)

- a) No1 ゾーン

Noゾーンバーナーバルブ開度の偏差量とガラス表面温度の時間的変化量によりファジィ推論を行い、No2ゾーン、No3ゾーンのガラス生地設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) を決定する。

【0036】

\*10 【表3】

No1 ゾーンバーナーバルブ  
開度の偏差量

20※の差、また上位部温度と下位部温度の差によってファジィ推論を行い、No2ゾーン、No3ゾーンのガラス生地設定温度のそれぞれの変更量 ( $\Delta U$ ) を決定する。

【0040】

【表4】

上位部温度と中位部温度の差

NB	NS	Z	PS	PB
(NB)	(NM)	(Z)	(PM)	(PB)

【0041】

【表5】

上位部温度と下位部温度の差

NB	NS	Z	PS	PB
(NB)	(NM)	(Z)	(PM)	(PB)

【0042】(E) 外乱制御

- 40 No1, No2, No3のそれぞれのゾーンでは、ガラス生地温度を予め設定された設定温度にて安定制御されている。しかし、それらの制御周期は5分周期と長いので急激な温度変化への追従性に乏しい。このように急激な温度変化に対応するために制御周期を1分と短くした外乱対応用制御ルールである。図23に示されるように本制御ルールは、スパウト部、No1ゾーン、No2ゾーン、No3ゾーンにおけるガラス生地温度の時間的変化量をチェックし、その量が多い場合には対応するゾーンのガラス表面設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) をファジィ推論する。

【0043】(1) 入力データとメンバーシップ関数

a) スパウト部のガラス生地温度と設定温度の偏差量 (図24)

図24の不感帯部においては操作量の変更は行われない。

b) スパウト部のガラス生地温度の時間的変化量  
(今回計測値) - (前回計測値) (図25)

c) No1ゾーンのガラス生地温度と設定温度の偏差量 (図26)

図26の不感帯部においては、操作量の変更は行われない。

d) No1ゾーンのガラス生地温度の時間的変化量  
(今回計測値) - (前回計測値) (図27)

e) No2ゾーンのガラス生地温度と設定温度の偏差量 (図28)

図28の不感帯部においては、操作量の変更は行われない。

f) No2ゾーンのガラス生地温度の時間的変化量  
(今回計測値) - (前回計測値) (図29)

g) No3ゾーンのガラス生地温度と設定温度の偏差量 (図30)

図30の不感帯部においては、操作量の変更は行われない。

h) No3ゾーンのガラス生地温度の時間的変化量  
(今回計測値) - (前回計測値) (図31)

【0044】(2) 推論規則 (制御ルール) (表6)

それぞれのゾーンにおけるガラス生地温度の偏差量と時間的変化量によってファジィ推論を行い、対応するゾーンのガラス表面設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) を決定する。  
(それぞれのゾーンにおいて下記表6の推論規則が設定されている。)

【0045】

【表6】

		偏差量		
		NB	Z	PB
時間的 変化量	PB	(Z)		(NB)
	Z	(PS)	(Z)	(NS)
	NB	(PB)		(Z)

【0046】〔II〕立上げ整定時におけるファジィ制御  
生産品種が変更される際 (以下型替と称す) には、生産品種に対応するガラス流量の変更に伴い、ゴブ温度や各ゾーンでのガラス生地温度の目標温度が変更される。この場合ゴブ温度やガラス生地温度を目標の温度まで早く到達し安定させることにより製品不良の減少から歩止まりの向上が計れる。本制御方法での型替の際の立上げ整定時間の短縮は次の2つの方法により可能としている。

(i) 事前設定変更処理 (プログラム処理)

図32に示されるように、品種変更作業の開始に先立っ

て、スパウト部内のガラス温度を現在生産中の品種に要求される温度に維持したままの状態では、フォーハース内のガラス温度を炉に近いゾーンから変更後の品種に要求される温度に順次変更し、品種変更作業後に速やかにスパウト部内のガラス温度の変更を完了しようとする制御である。すなわち、J3の時点で、No3ゾーンの設定温度を上昇させ、J2の時点で、No2ゾーンの設定温度を上昇させ、J0の時点で、No1ゾーンおよびスパウト部の設定温度を上昇させると同時に型替作業を開始する。

10 (ii) 立上げ整定時におけるファジィ制御

すなわち、図32に示されるように事前設定変更処理にて型替前にフォーハース内のガラス温度を炉に近いゾーンから変更し型替後の立上げ整定時間を短縮する。本発明に係る方法は後述するように特に立上げ整定時におけるファジィ制御に特徴がある。立上げ整定時におけるファジィ制御には、次の制御ループがある。

(A) 制御目標温度変更時の対応制御

(B) スパウト部のガラス生地温度の早期安定制御

(C) 各ゾーンのガラス生地温度の早期安定制御

20 (D) クーリングセクションにおけるクーリングバルブ制御

【0047】(A) 制御目標温度変更時の対応制御

図33に示されるようにオペレータ等により、ガラス生地設定 (目標) 温度の変更がなされた場合その設定温度の変更量、ガラス生地温度と新しい設定温度の偏差量の2変数からファジィ推論を行い、当該するゾーンのガラス表面設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) を決定する。また、スパウト部の設定温度が変更された場合には、その変更量をNo2、No3ゾーンの現在の設定温度へ加算し、スパウト部のガラス生地温度をその設定温度に早期に追従させる。

【0048】(1) 入力データとメンバーシップ関数

a) スパウト部のガラス生地設定温度の変更量

(新しい設定温度) - (前の設定温度) (図34)

b) スパウト部のガラス生地温度と設定値の偏差量 (図35)

c) No2ゾーンのガラス生地設定温度の変更量

(新しい設定温度) - (前の設定温度)

メンバーシップ関数はa)項と同様

40 d) No2ゾーンのガラス生地温度と設定値の偏差量

メンバーシップ関数はb)項と同様

e) No3ゾーンのガラス生地設定温度の変更量

(新しい設定温度) - (前の設定温度)

メンバーシップ関数はa)項と同様

f) No3ゾーンのガラス生地温度と設定値の偏差量

メンバーシップ関数はb)項と同様

【0049】(2) 推論規則

a) スパウト部の設定温度が変更された場合

設定温度の変更量でファジィ推論を行い、No2ゾーン、No3ゾーンのガラス生地設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) を決

1.7

定する。又設定温度の変更量 ( $\Delta T$ ) とガラス生地温度と設定温度の偏差量 ( $E$ ) の大きさを比較し小さい方の変数によってファジィ推論を行い、No1ゾーンガラス表面設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) を決定する。

a-1 設定温度の変更量が小さい場合 (表7)

【0050】

【表7】

設定温度の変更量 ( $\Delta T$ )

NB	NS	Z	PS	PB
(NM)	(NS)	(Z)	(PS)	(PM)

a-2 ガラス生地温度と設定温度の偏差量 ( $E$ ) が小さい場合 (表8)

【0051】

【表8】

偏差量 ( $E$ )

NB	NS	Z	PS	PB
(PM)	(PS)	(Z)	(NS)	(NM)

b) No2ゾーンの設定温度が変更された場合

設定温度の変更量 ( $\Delta T$ ) とガラス生地温度と設定温度の偏差量 ( $E$ ) の大きさを比較し小さい方の変数によってファジィ推論を行い、No2ゾーンガラス表面設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) を決定する。

b-1 設定温度の変更量が小さい場合 (表9)

【0052】

【表9】

設定温度の変更量 ( $\Delta T$ )

NB	NS	Z	PS	PB
(NM)	(NS)	(Z)	(PS)	(PM)

b-2 ガラス生地温度と設定温度の偏差量 ( $E$ ) が小さい場合 (表10)

【0053】

【表10】

偏差量 ( $E$ )

NB	NS	Z	PS	PB
(PM)	(PS)	(Z)	(NS)	(NM)

c) No3ゾーンの設定温度が変更された場合

設定温度の変更量 ( $\Delta T$ ) とガラス生地温度と設定温度の偏差量 ( $E$ ) の大きさを比較し小さい方の変数によ

1.8

てファジィ推論を行う。No3ゾーンガラス表面設定温度の変更量 ( $\Delta U$ ) を決定する。

C-1 設定温度の変更量が小さい場合 (表11)

【0054】

【表11】

設定温度の変更量 ( $\Delta T$ )

NB	NS	Z	PS	PB
(NM)	(NS)	(Z)	(PS)	(PM)

C-2 ガラス生地温度と設定温度の偏差量 ( $E$ ) が小さい場合 (表12)

【0055】

【表12】

偏差量 ( $E$ )

NB	NS	Z	PS	PB
(PM)	(PS)	(Z)	(NS)	(NM)

【0056】 (B) スパウト部のガラス生地温度の早期安定制御

ジョブチェンジの際のガラス生地流しの停止や、フィーダーの起動/停止の操作に伴うガラス温度の変動や設定温度への早期立上げをするための制御ループである。スパウト部でのガラス生地温度と設定温度との偏差量 ( $E$ )、また、今回温度と前回温度の時間的変化量によりファジィ推論を行うための第1制御領域 (I) と、ガラス生地温度が設定温度から大きく離れている場合には操作量を連続して出力する第2制御領域 (II) とによって本制御ループが構成されている。制御周期は第1制御領域 (I) が5分で第2制御領域 (II) を30秒としている (図36、図37参照)

図36中の第1制御領域 (I)、第2制御領域 (II) を分割する  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  の値は、任意に設定することができるが、通常はガラス生地温度の設定温度  $SV$  に対して  $\alpha_1$  は  $+5^\circ\text{C}$ 、 $\alpha_2$  は  $-5^\circ\text{C}$  にセットしている。

【0057】 (1) 入力データとメンバーシップ関数

40 a) 第1制御領域 (I) 用

a-1 スパウト部ガラス生地温度とその設定温度との偏差量 ( $E$ ) (図38)

a-2 スパウト部ガラス生地温度の時間的変化量 ( $\Delta E$ ) (今回の計測温度) - (前回の計測温度) (図39)

b) 第2制御領域 (II) 用

b-1 スパウト部ガラス生地温度とその設定温度との偏差量 ( $E$ ) (図40)

b-2 No1ゾーンバーナーバルブ開度 (図41)

【0058】 (2) 推論規則

50 a) 第1制御領域 (I) 用 (表13)

スパウト部ガラス生地温度の偏差量と時間的变化量によってファジィ推論を行いNo1ゾーンガラス表面設定温度の変更量( $\Delta U$ )を決定する。

\*【0059】

【表13】

\*  
ガラス生地温度の偏差量

		NB	NS	Z	PS	PB
ガラス生地温度	PB	(NS)		(NM)		(NB)
の時間的变化量	PS	(Z)		(NS)	(NM)	
	Z			(Z)		
	NS		(PM)	(PS)		(Z)
	NB	(PB)		(PM)		(PS)

b)第2制御領域(II)用(表14)

スパウト部ガラス生地温度の偏差量とNo1ゾーンバーナーバルブ開度によってファジィ推論を行い、No1ゾーンガラス表面設定温度の変更量( $\Delta U$ )を決定する。

【0060】

【表14】

ガラス生地温度の偏差量

		NB	Z	PB
バーナーバルブ	PB			
開度	Z	(PS)	(Z)	(NS)
	NB			

【0061】(C)各ゾーンのガラス生地温度の早期安定制御

本制御ループは前述のスパウト部のガラス生地温度の早期安定制御と同様にNo2ゾーン、No3ゾーンでのガラス生地温度を早く設定温度まで立上げて、安定させる制御ループである。また、ファジィ推論規則はそれぞれのゾーン毎に存在する。また、本制御も第1制御領域(I)と第2制御領域(II)とを持っており制御周期は、第1制御領域(I)が5分、第2制御領域(II)が30秒としている。(図42、図43参照)

図42中の第1制御領域(1)、第2制御領域(II)を分割する $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ の値は、任意に設定することができる※40

※が、通常はガラス生地温度の設定温度SVに対して $\alpha_1$ は+5℃、 $\alpha_2$ は-5℃にセットしている。

【0062】(1)入力データとメンバーシップ関数次に示す入力データとメンバーシップ関数は、No2ゾーンとNo3ゾーンのそれぞれについて存在する。

20 a)第1制御領域(I)用

a-1 ガラス生地温度とその設定温度との偏差量(E)(図44)

a-2 ガラス生地温度の時間的变化量( $\Delta E$ )

(今回の計測温度) - (前回の計測温度)(図45)

b)第2制御領域(II)用

b-1 ガラス生地温度とその設定温度との偏差量(E)(図46)

b-2 No2ゾーンバーナーバルブ開度(図47)

b-3 No3ゾーンバーナーバルブ開度(図48)

30 【0063】(2)推論規則

次に示す推論規則は、No2ゾーンとNo3ゾーン用としてそれぞれの推論規則を持っている。しかし推論規則の内容は同じである。

a)第1制御領域(I)用(表15)

ガラス生地温度の偏差量と時間的变化量によってファジィ推論を行いNo2ゾーンおよびNo3ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量( $\Delta U$ )を決定する。

【0064】

【表15】

## ガラス生地温度の偏差量

		NB	NS	Z	PS	PB
ガラス生地温度 の時間的変化量	PB	(Z)		(NM)		(NB)
	PS		(Z)	(NS)	(NM)	
	Z	(PM)	(PS)	(Z)	(NS)	(NM)
	NS		(PM)	(PS)	(Z)	
	NB	(PB)		(PM)		(Z)

## b) 第2制御領域(II)用(表16)

ガラス生地温度の偏差量とNo2ゾーンおよびNo3ゾーンのそれぞれのバーナーバルブ開度によってファジィ推論を行いNo2ゾーンおよびNo3ゾーンのそれぞれのガラス表面設定温度の変更量( $\Delta U$ )を決定する。

【0065】

【表16】

## ガラス生地温度の偏差量

		NB	Z	PB
バーナーバルブ 開度	PB			
	Z	(PS)	(Z)	(NS)
	NB			

【0066】(D) クーリングセクションにおけるクーリングバルブ制御

冷却エアはフォーハースの両サイドより図3に示されるように空気入口8より入ってガラス表面を冷却しながら、バーナーよりの燃焼ガスと短時間の内に混じり合\*

\*てフォーハース天井より排気される。特に型替の際には、ガラス温度を早く設定温度へ立上げるため、またバーナーバルブの開度を適正な開度とするために、当該ゾーンのバーナーバルブ開度とガラス生地温度の偏差量によってファジィ推論を行い、クーリングバルブの開度の変更量( $\Delta U$ )を決定する。(図49参照)  
クーリングバルブの設備は、No2, 3ゾーンに設置する。

20 【0067】(1) 入力データとメンバーシップ関数次に示す入力データとメンバーシップ関数は、No2, 3ゾーンのそれぞれについて存在する。

a) バーナーバルブ開度と適正開度の偏差量(図50)

b) ガラス生地温度と設定温度の偏差量(図51)

【0068】(2) 推論規則

次に示す推論規則は、No2, No3ゾーン用としてそれぞれの推論規則を持っている。しかし、推論規則は同じである。

【0069】

30 【表17】

## バーナーバルブ開度の偏差量

		NB	NS	Z	PS	PB
ガラス生地温度 の偏差量	PB					
	Z	(PB)	(PS)	(Z)	(NS)	(NB)
	NB					

なお、本発明方法を実施している制御装置にあっては、クーリングブローアは、200 mmH<sub>2</sub>O、ブローアエアは、1000~1200mmH<sub>2</sub>O、LPGは、1300~1500mmH<sub>2</sub>O、10,000カロリー、シャットオフバルブは約500 mmH<sub>2</sub>O、ミキサーの炎口比は3.5~5で約850 カロリー、バーナーの混合ガス圧力はMin. 20mmH<sub>2</sub>Oである。

【0070】本実施例は、PID調節計を用いたものである。PID調節計を設けなくて、ファジィ推論で直接、操作端子へ出力を行うこともできることは勿論である。

【0071】

40※【発明の効果】図52(a)(b)に製品A(ジュース200 ml びん: 170 g)を生産中における従来制御により、各ゾーンをガラス表面温度の測定結果を基に、PID調節計にて制御した場合のタンクコネクション温度、No3ゾーントライレベル計温度(ガラス生地温度)、No2ゾーントライレベル計温度、スパウト部温度と、本発明方法を採用した場合(スパウト部温度制御と各ゾーンでの温度安定化制御)の同じ測定箇所の実測結果を示す。実測結果を見れば、図52(a)に示されるように従来制御では、外乱要因(ガラス溶解炉からのガラス温度の変動

※50 (タンクコネクション温度)、フォーハースまわりの雰

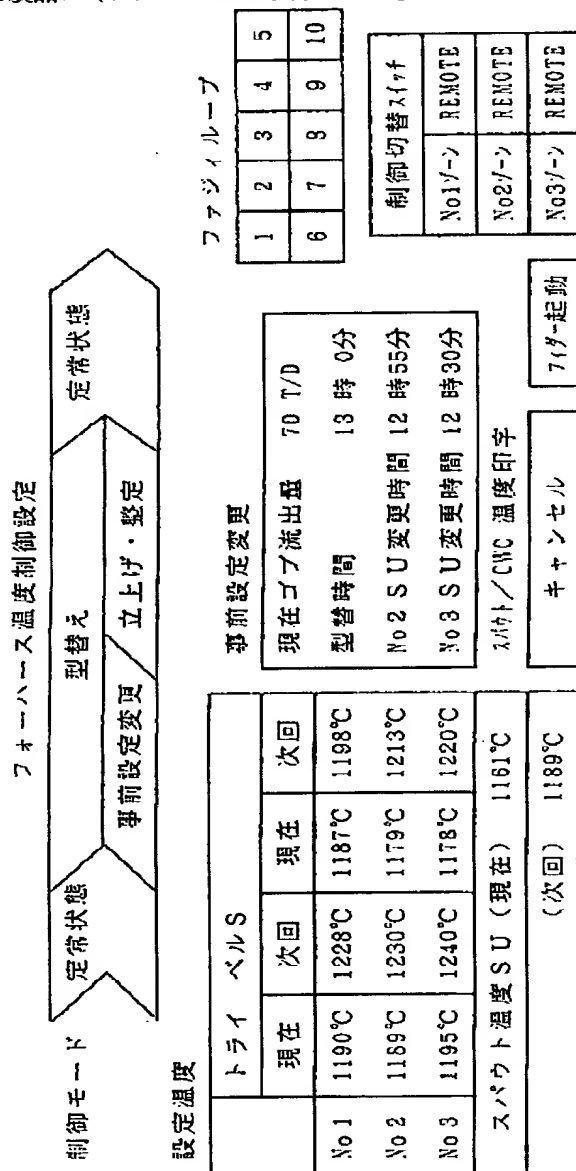
囲気温度の変化) 受け、各ゾーンの温度変動が生じ、最終的な成形時のガラスの温度を示すスパウト部において 10℃もの変動が生じているが、図52(b) に示されるように本発明制御方法では、となりの生産ラインの型替によりタンクコネクションの温度が 10℃変動しても各ゾーンの温度安定化制御により、各ゾーンの温度変動を小さくし、スパウト部の温度変動を 2℃に制御している。このように、本発明のファジィ制御による通常の実産中における定常制御の制御性が優れていることが解る。

【0072】図53(a)(b)に製品B(清酒500 mlびん:  
380 g)から製品A(ジュース200mlびん:170 g)へ\*

\* の型替を実施した際の従来制御によるタンクコネクション、No 1～No 3ゾーントライレベル計、スバウト部温度と、本発明方法を採用した場合（スバウト部各ゾーンの立上げ整定制御）の同じ測定箇所の実測結果を示す。実測結果を見ると、図53(a)に示されるように従来制御では8時40分のフィーダー停止（型替開始）と同時に、No 1～No 3ゾーンのPID調節計の各設定値を、前回生産時のデータに合わせるのみでフォーハースの温度が最終的に安定するまで、120分を要している。本発明方法では、表18に示すように

【0073】

【表18】



	タンク	No 3	No 2	No 1 R	No 1 C	No 1 L	スパウト
H	1210.7	1195.3	1189.8	1179.1	1190.2	1178.9	
M	1209.4	1195.2	1188.9	1189.4	1189.9	1171.9	1160.1
L	1205.2	1194.7	1189.1	1164.9	1191.6	1167.3	
放射温度		1178.1	1179.5		1185.7		
燃焼バルブ開度		45.3	30.2		48.8		
クーリング 元タンク開度		10.0	10.0				

【0074】制御システムに対して、次回生産品種に見合う各ゾーンの温度をあらかじめ入力している。現在の制御モードの表示、現在の生産品種の設定値、現在の生産品種の測定値、現在の生産品種のガラス流出量、次回※50

※の生産品種の設定値、次回の生産品種の型替時刻、No3ゾーンの事前設定時刻、No2ゾーンの事前設定時刻をシステムに表示した例を示す。本発明方法では表18に示すように、次回の生産品種の型替時刻約30分前(12

時30分)に、No3ゾーンの事前設定変更を開始し、約5分前(12時55分)にNo2ゾーンの事前設定変更を開始するように設定されている。図53(b)に示されるように実測結果を見ると、事前設定変更によりNo3ゾーンは早く次の生産温度に到達している。No2、No1ゾーンにおいてはファジィ制御により、従来より早く温度を上げるように、13時0分フィーダー停止(型替開始)と同時にクーリング全閉、バーナーバルブ全開(100%)にて制御を行い、温度の上昇を従来制御と比べ早くしている。この結果、フォーハースの温度が安定するまでに60分で実現している。このように、本発明のファジィ制御による型替時における立上げ整定制御の制御性が優れていることが解る。

【0075】図54および図55に示されるように製品A(ジュース200mlびん:170g)において従来制御と本発明方法による制御性の違いにより、生産性の向上がどれだけ生じたのかを示したグラフを示す。フォーハース温度型替時間の短縮により、型替時の生産の早期立上げが可能となり、初日の効率が向上している。また、2日目以降の定常生産状態においても、製品Aにおいては、従来ガラス温度の不安定に起因して生産効率が他の製品と比べ特に悪い状態であったが、本発明方法により、ガラス温度の安定化により生産効率が向上している。具体例では、平均生産ロットは3日であるため、型替を含めた全体の生産効率で15%の上昇を本発明方法で達成している。また、3カ月に渡り、同一製品において従来制御と本発明方法による制御との制御結果及び生産性についての結果も、良好な結果を得た。

【0076】生産ロットが短く、型替が多い生産形態においては、特に、フォーハースの温度においては、悪い条件が重なり、従来とかくガラスの温度が極めて不安定になる欠点があったが、本発明方法により型替/定常日のフォーハースの温度についての問題が解決され、生産性の向上に多大に寄与している。

【0077】ガラス製品に対するニーズが軽量化、高品質化、多様化する中で特に殊にガラスびん生産は多品種少量生産(型替回数の増加)傾向が強くなり、コストアップ要因が多くなってきている。

【0078】上記したように本発明によれば、フォーハースの生産品種の型替時間は、短くなり、ゴブ温度(スパウト部)温度変動値は、減少するため生産品種切替後に良品ロットが採取されるまでの時間を大幅に短縮することができ、ゴブ重量が安定化することによってゴブ重量調整作業が減少でき、さらにゴブ温度の安定により不良品の発生が減少する等生産工程の安定化、歩留りの向上に寄与するところが著しく大である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を実施するフォーハース装置で(a)はその断面図である。(b)はそのA-A断面図である。(c)はそのB-B断面図である。

【図2】本発明方法を実施するフォーハース装置の配置図である。

【図3】本発明方法を実施する温度制御装置の制御系統全体説明図である。

【図4】ファジィ制御の制御ブロック説明図である。

【図5】制御機器構成説明図である。

【図6】制御モード切替方式の説明図である。

【図7】スパウト部のガラス生地温度制御説明図である。

10 【図8】メンバーシップ関数である。

【図9】メンバーシップ関数である。

【図10】No2、No3ゾーンのガラス生地温度の安定制御説明図である。

【図11】メンバーシップ関数である。

【図12】メンバーシップ関数である。

【図13】メンバーシップ関数である。

【図14】メンバーシップ関数である。

【図15】No1、No2ゾーンの操作量を補正する制御説明図である。

20 【図16】メンバーシップ関数である。

【図17】メンバーシップ関数である。

【図18】メンバーシップ関数である。

【図19】メンバーシップ関数である。

【図20】No1ゾーンのガラス生地温度の均一化制御説明図である。

【図21】メンバーシップ関数である。

【図22】メンバーシップ関数である。

【図23】外乱制御説明図である。

【図24】メンバーシップ関数である。

30 【図25】メンバーシップ関数である。

【図26】メンバーシップ関数である。

【図27】メンバーシップ関数である。

【図28】メンバーシップ関数である。

【図29】メンバーシップ関数である。

【図30】メンバーシップ関数である。

【図31】メンバーシップ関数である。

【図32】立上げ整定時間の短縮制御説明図である。

【図33】制御目標温度変更時の対応制御説明図である。

40 【図34】メンバーシップ関数である。

【図35】メンバーシップ関数である。

【図36】スパウト部のガラス生地温度の早期安定制御説明図である。

【図37】スパウト部のガラス生地温度の早期安定制御説明図である。

【図38】メンバーシップ関数である。

【図39】メンバーシップ関数である。

【図40】メンバーシップ関数である。

【図41】メンバーシップ関数である。

50 【図42】各ゾーンのガラス生地温度の早期安定制御説

明図である。

【図43】各ゾーンのガラス生地温度の早期安定制御説明図である。

【図44】メンバーシップ関数である。

【図45】メンバーシップ関数である。

【図46】メンバーシップ関数である。

【図47】メンバーシップ関数である。

【図48】メンバーシップ関数である。

【図49】クーリングセクションにおけるクーリングバルブ制御説明図である。

【図50】メンバーシップ関数である。

【図51】メンバーシップ関数である。

【図52】(a) は、通常生産時におけるスパウト温度の安定化制御データ説明図(従来制御データ)である。

(b) は、通常生産時におけるスパウト温度の安定化制御データ説明図(システム制御データ)である。

【図53】(a) は、型替時における温度の早期安定化制

御データ説明図(従来制御データ)である。(b) は、型替時における温度の早期安定化制御データ説明図(システム制御データ)である。

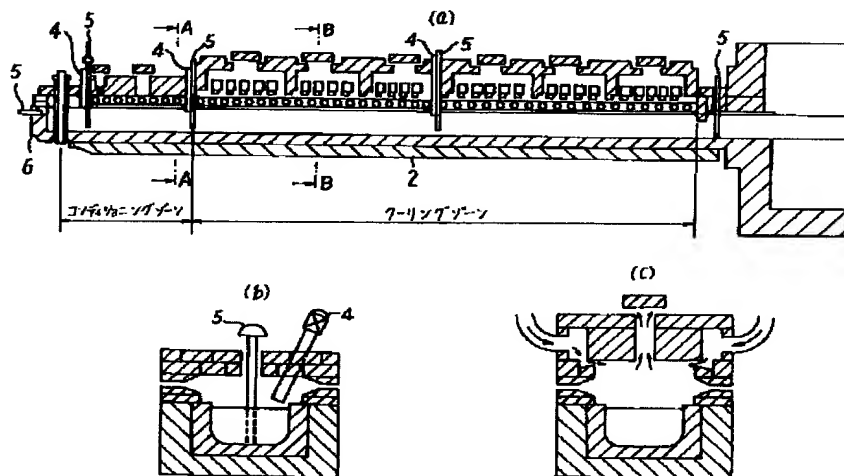
【図54】システム稼働前/後比較制御結果(製品A)である。

【図55】システム稼働前/後比較制御結果(月度比較)である。

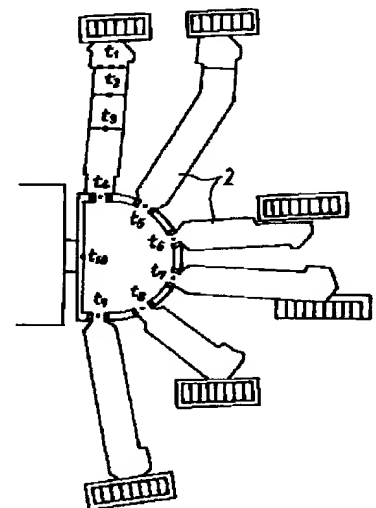
【符号の説明】

- 1 作業槽
- 2 フォーハース
- 3 クーリングブロアー
- 4 輻射温度計
- 5 トライレベルT/C
- 6 スパウト部
- 7 バーナー
- 8 空気入口
- 9 調節計

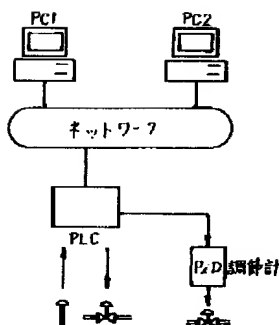
【図1】



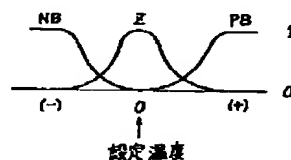
【図2】



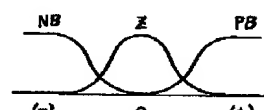
【図5】



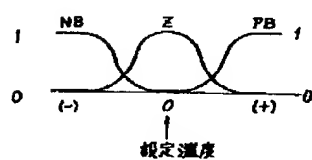
【図8】



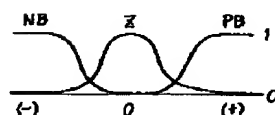
【図9】



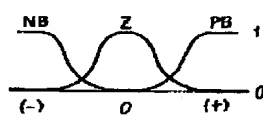
【図11】



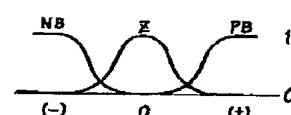
【図12】



【図13】

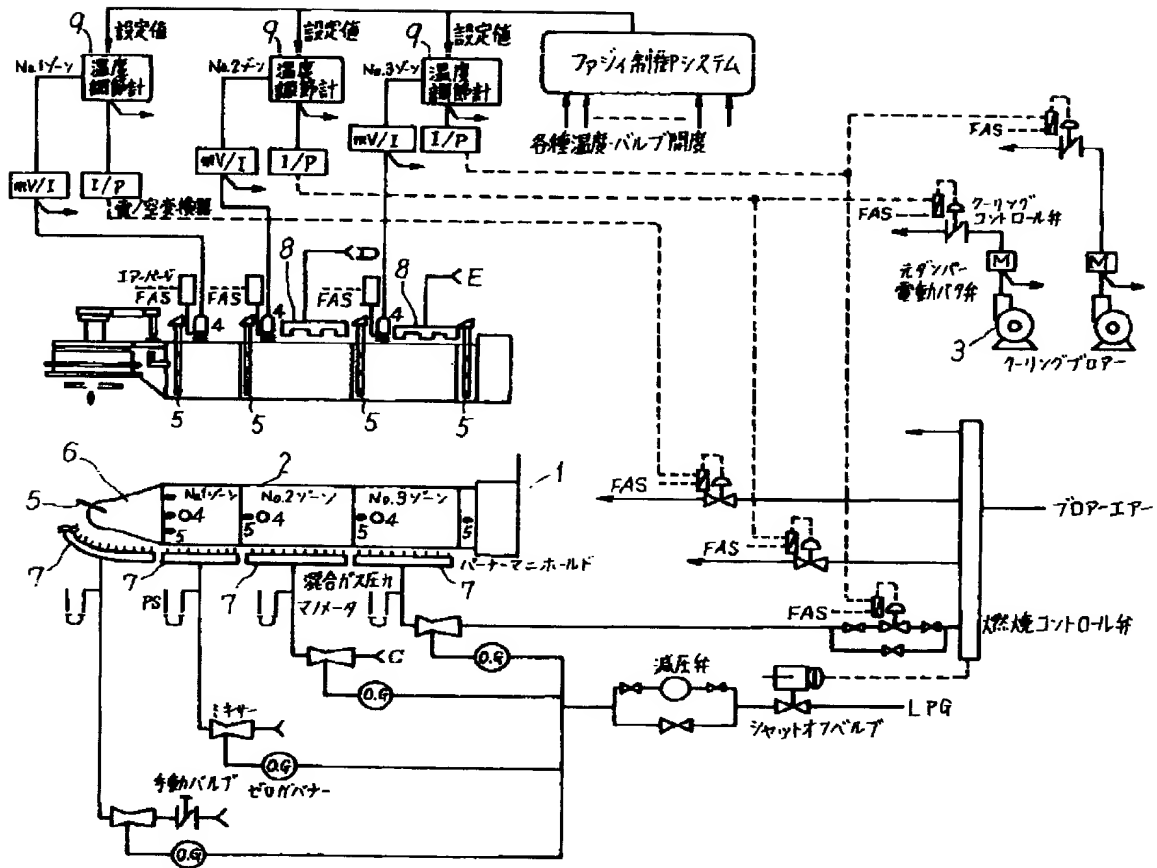


【図14】

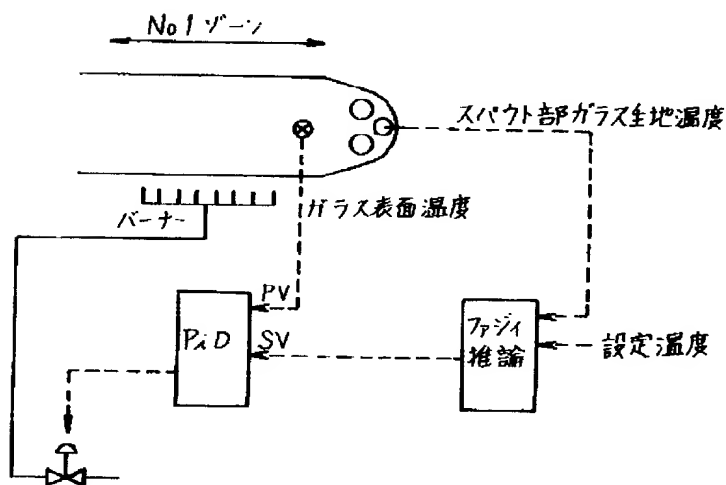




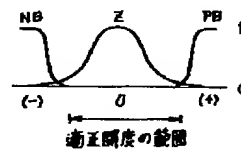
【図3】



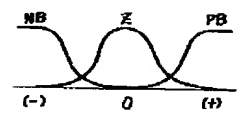
【図7】



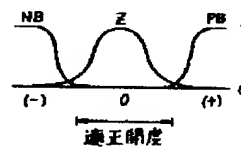
【図16】



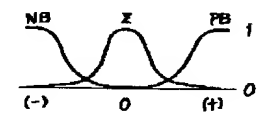
【図17】



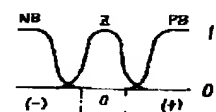
【図18】



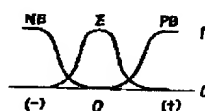
【図19】



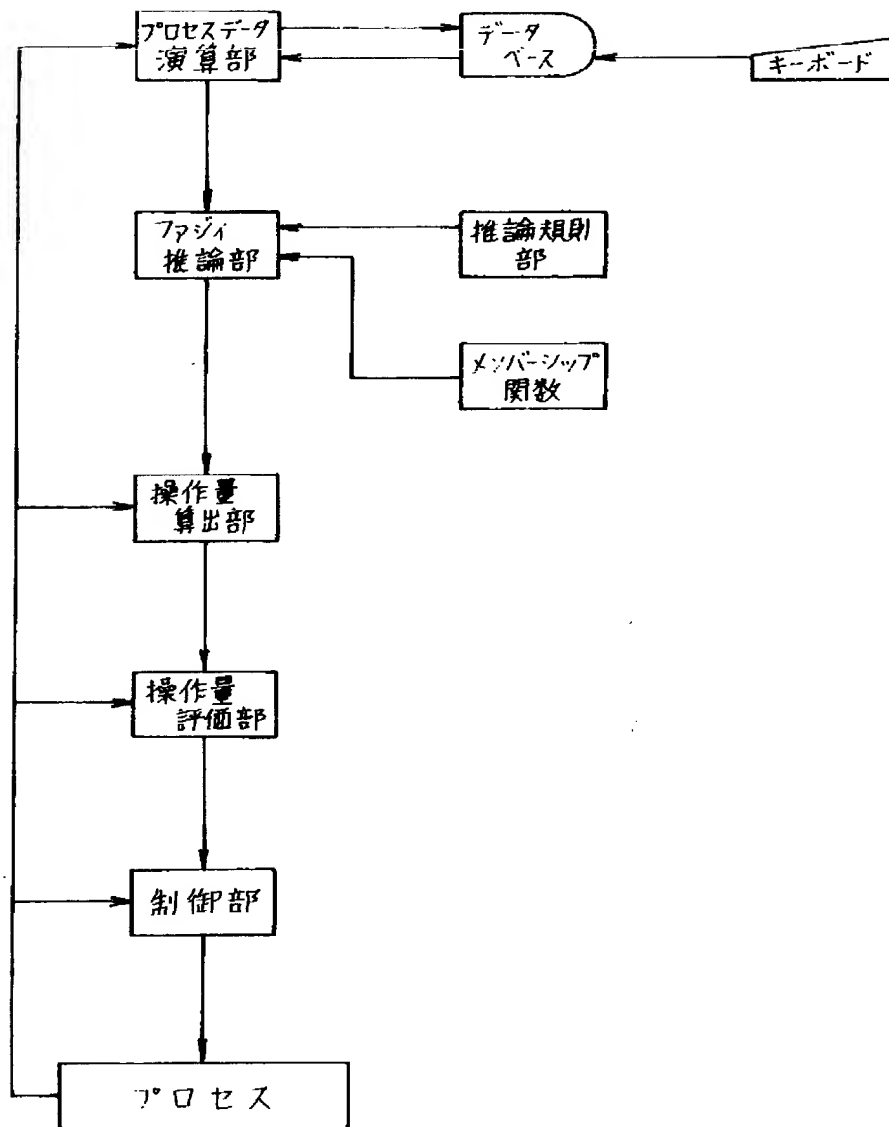
【図24】



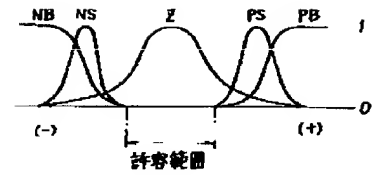
【図25】



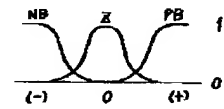
【図4】



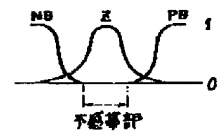
【図21】



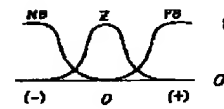
【図29】



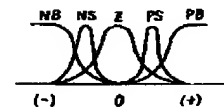
【図30】



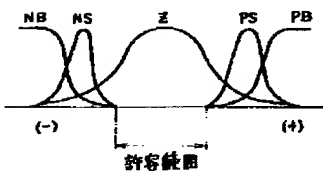
【図31】



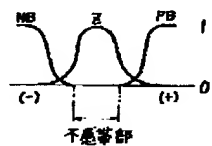
【図34】



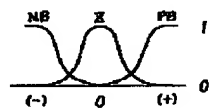
【図22】



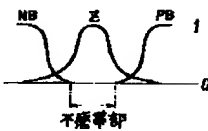
【図26】



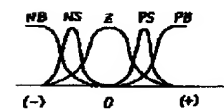
【図27】



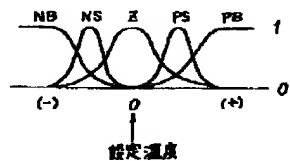
【図28】



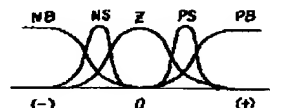
【図35】



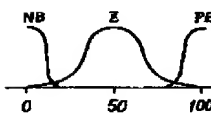
【図38】



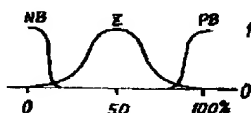
【図39】



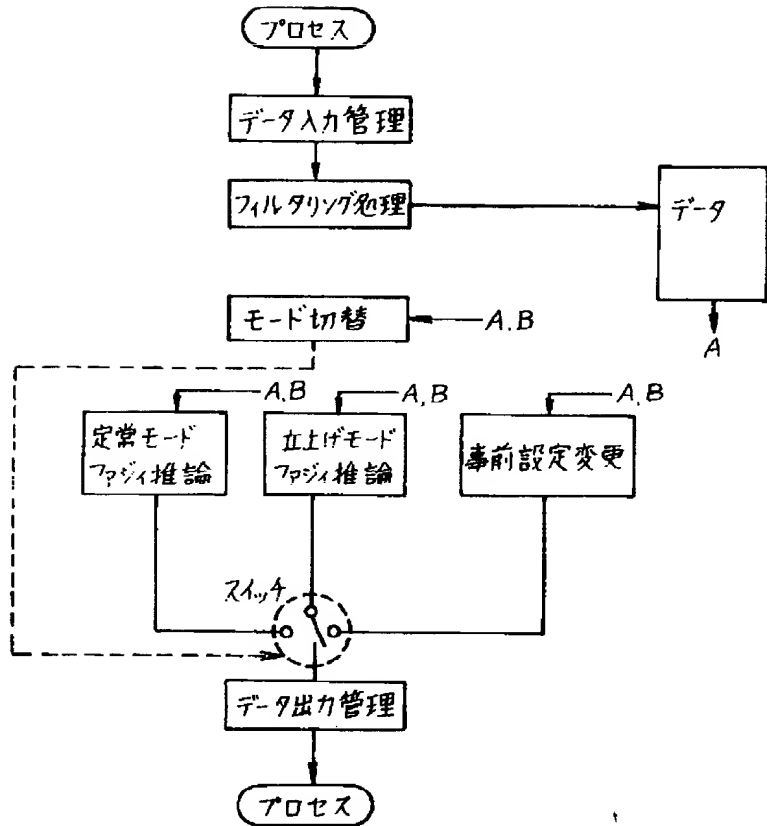
【図41】



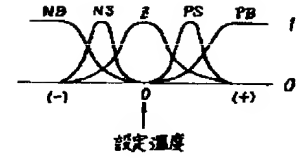
【図47】



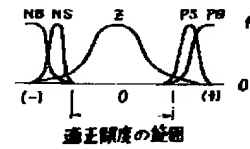
【図6】



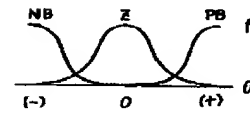
【図40】



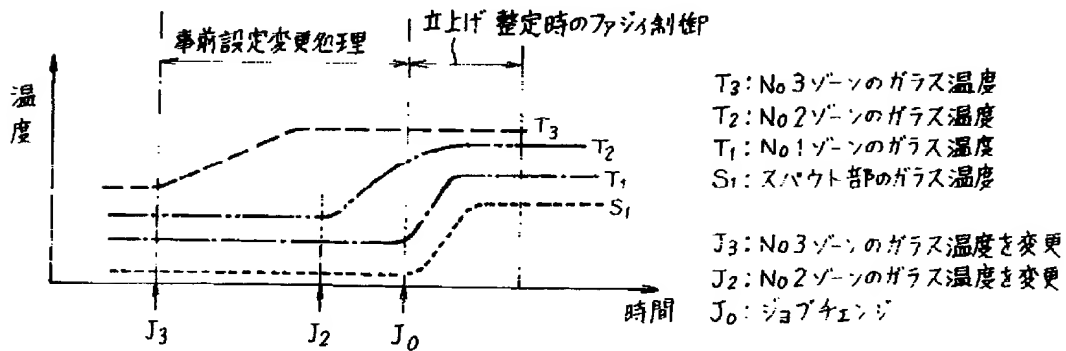
【図50】



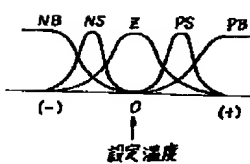
【図51】



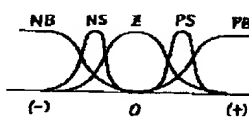
【図32】



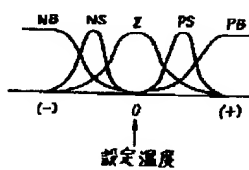
【図44】



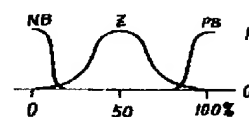
【図45】



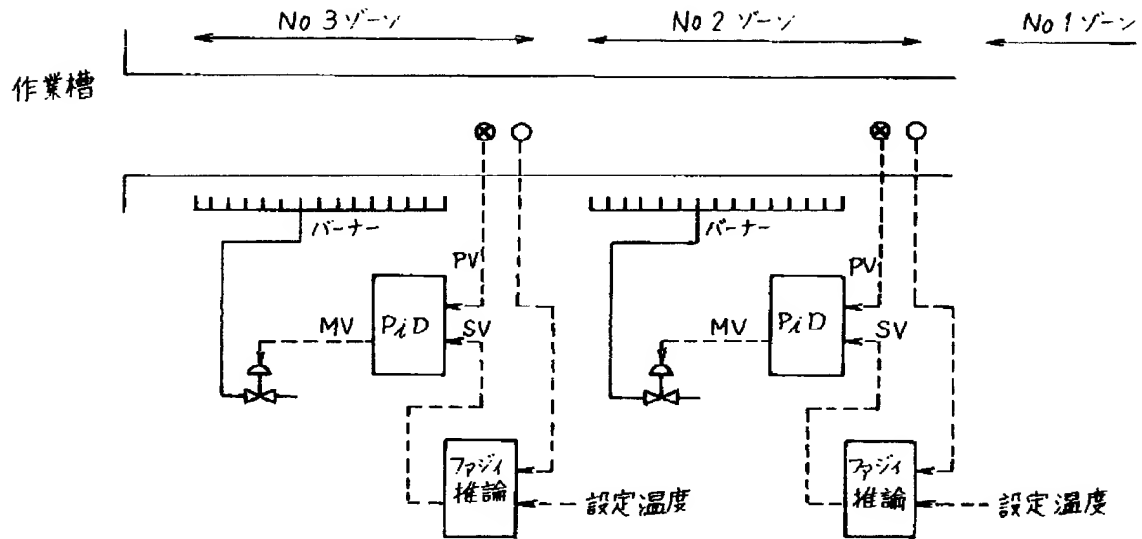
【図46】



【図48】



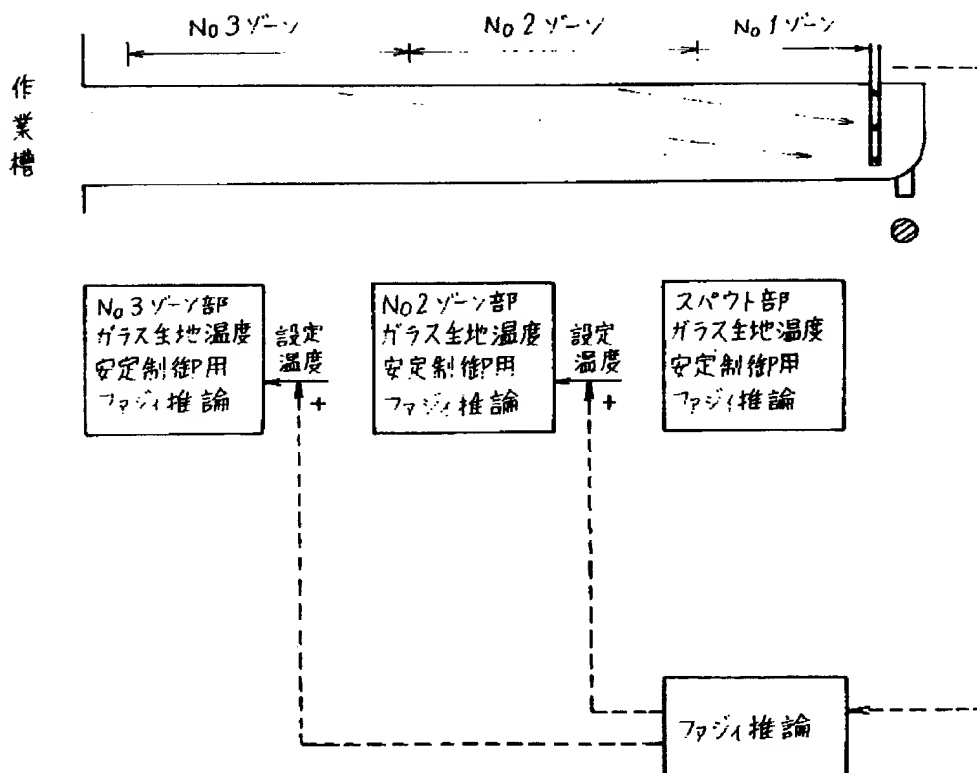
【図10】



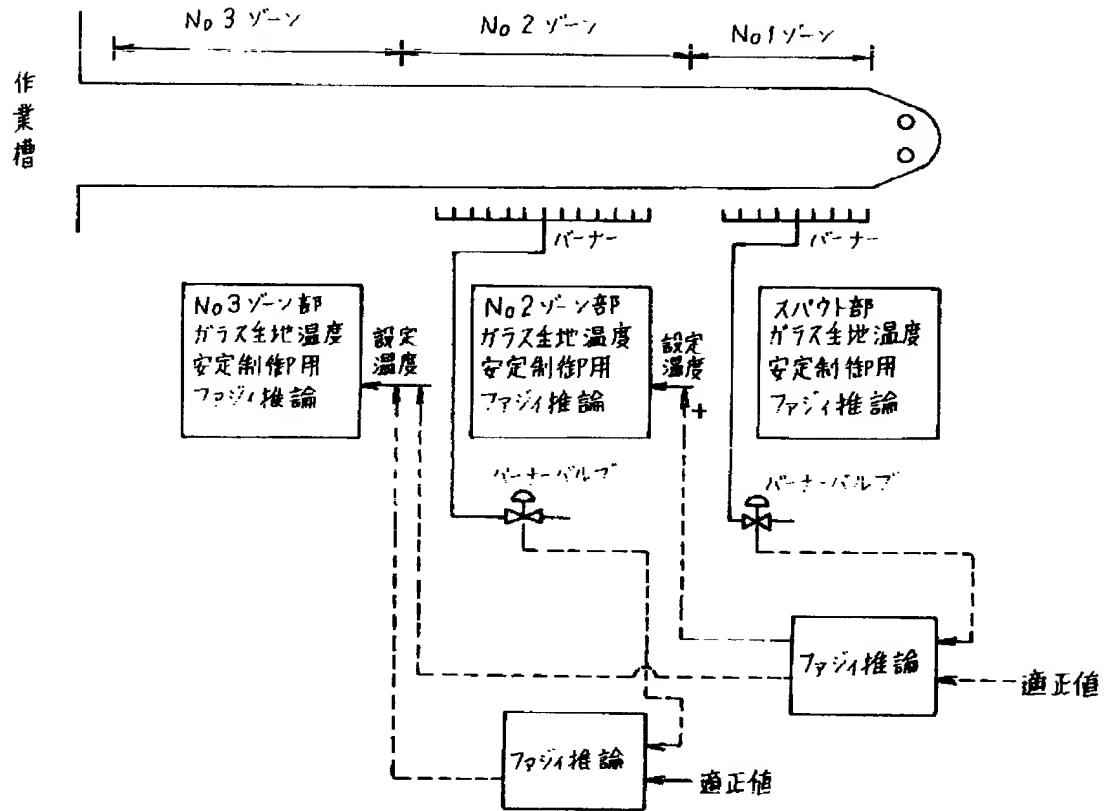
⊗ : ガラス表面温度計

○ : ガラス生地温度計

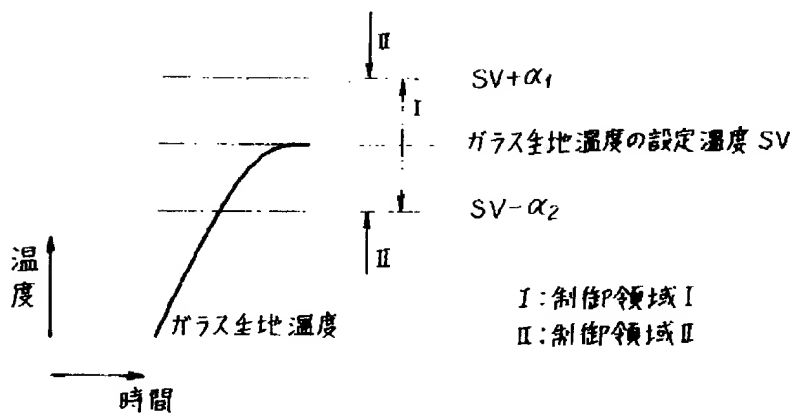
【図20】



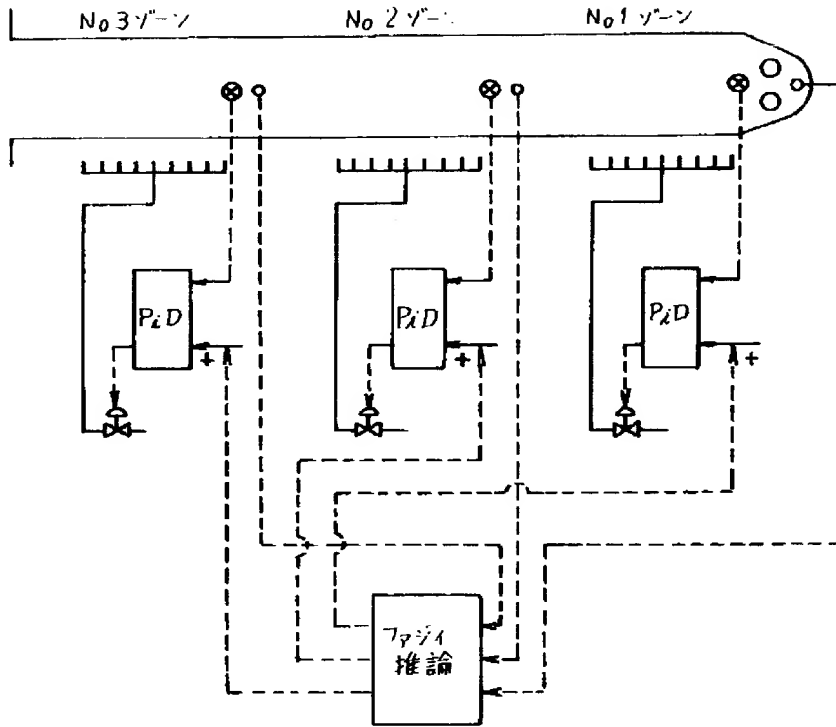
【図15】



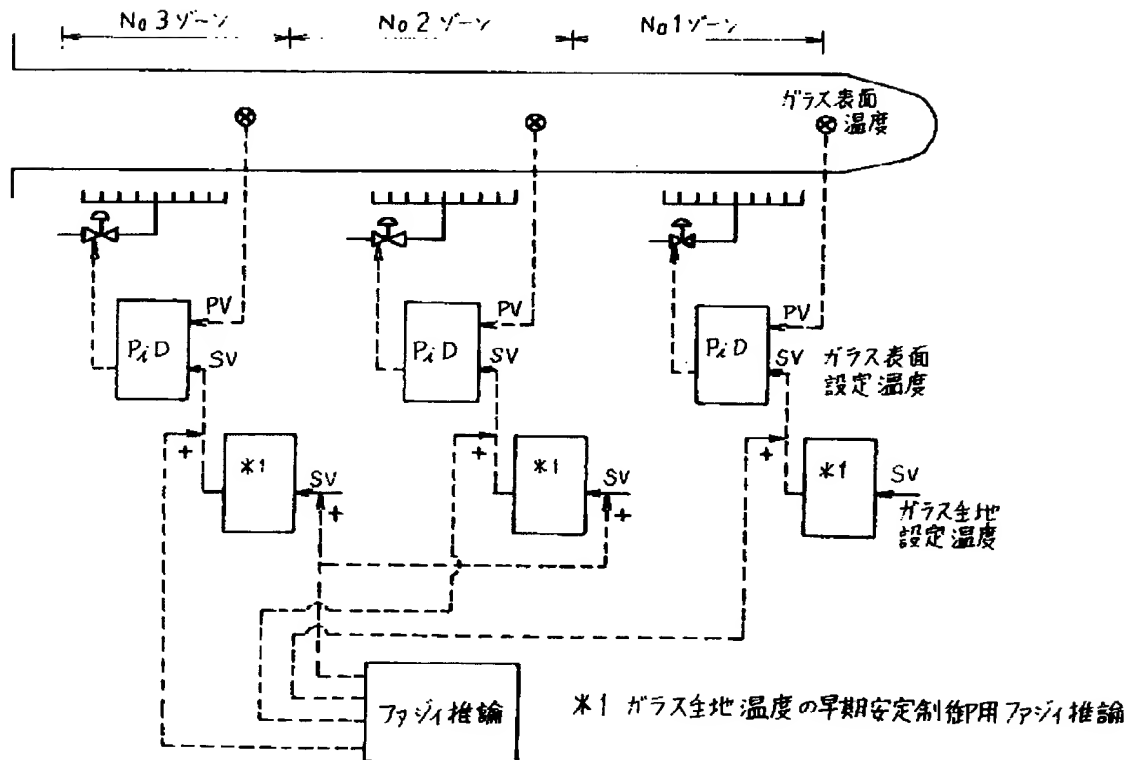
【図36】



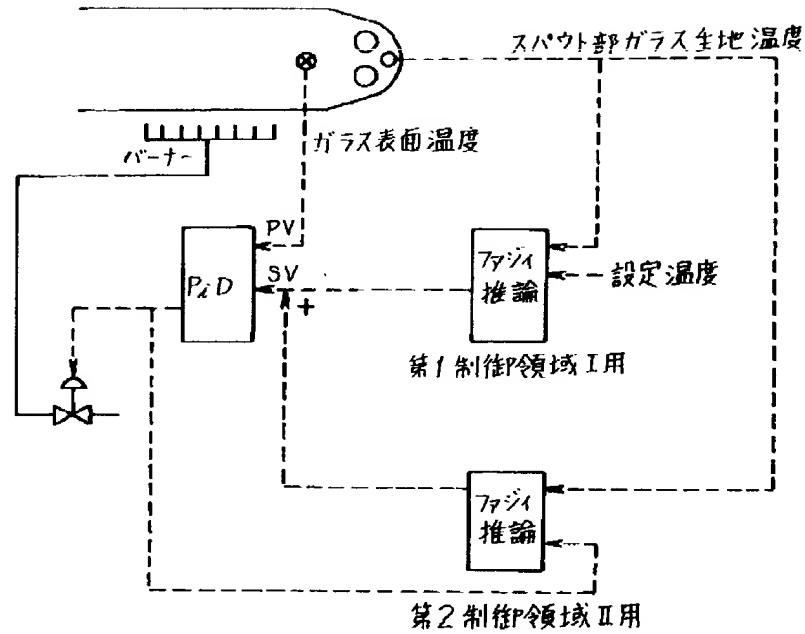
【図23】



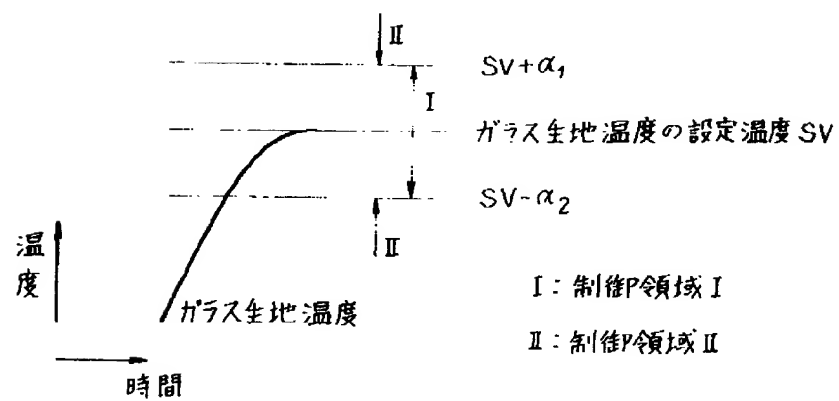
【図33】



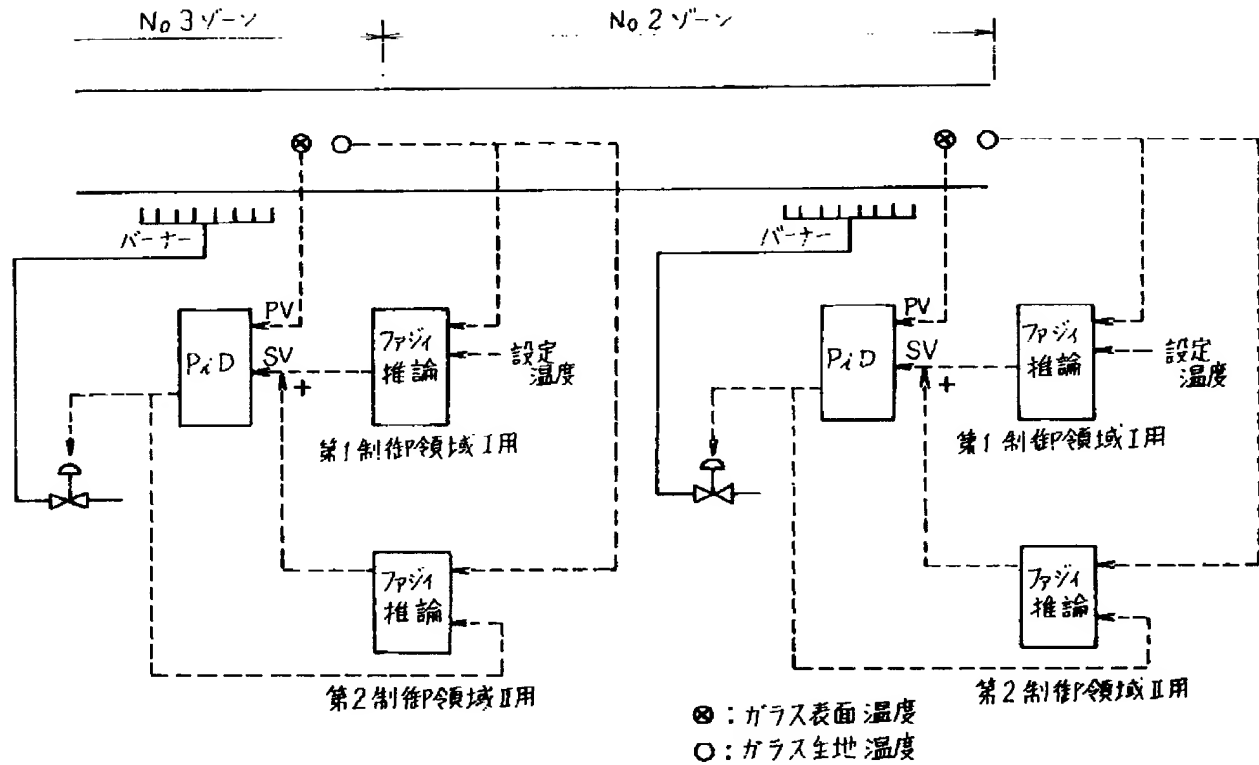
【図37】



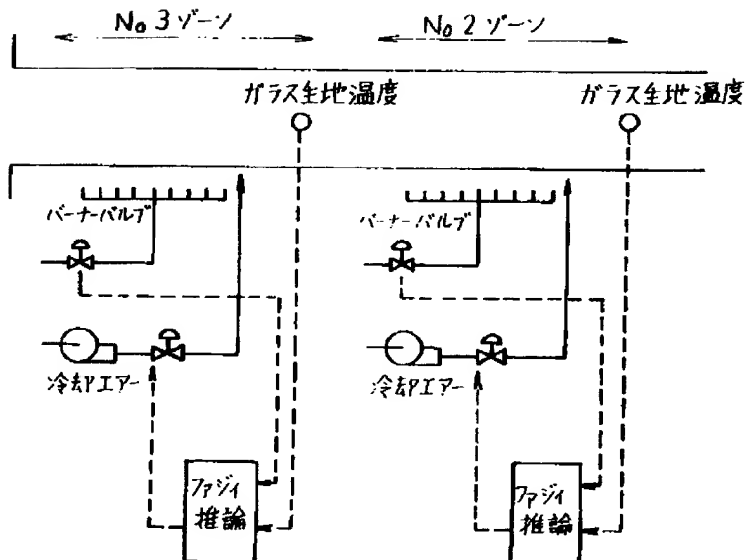
【図42】



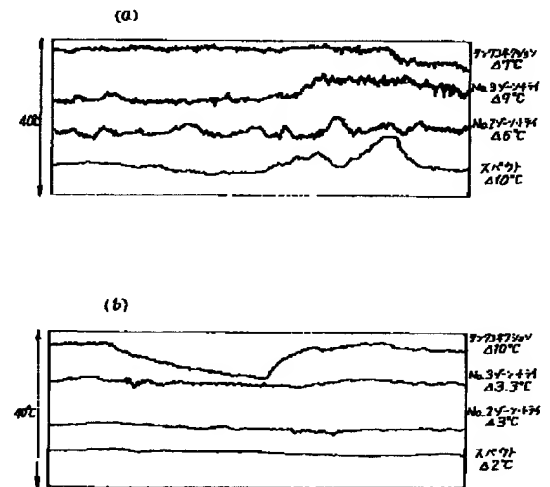
【図43】



【図49】

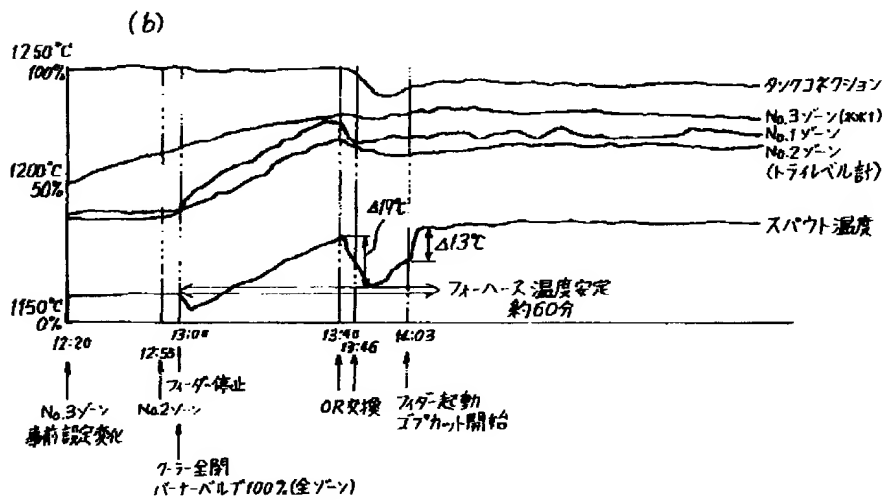
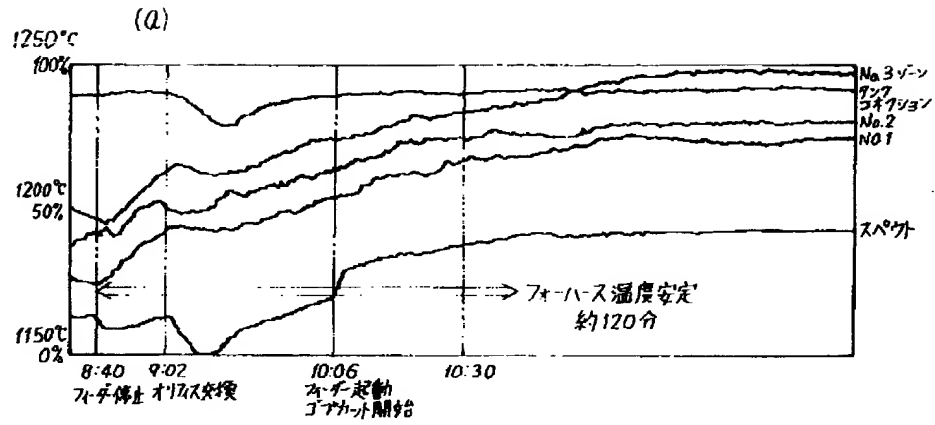


【図52】





【図53】

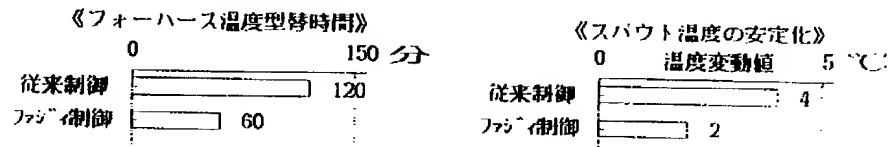


【図54】

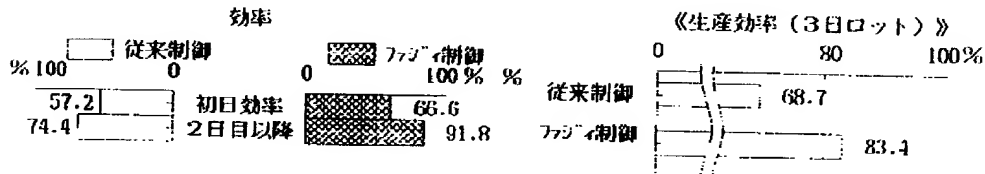
## システム稼働前／後比較制御結果

製品 A

## 1) 制御結果



## 2) 生産性

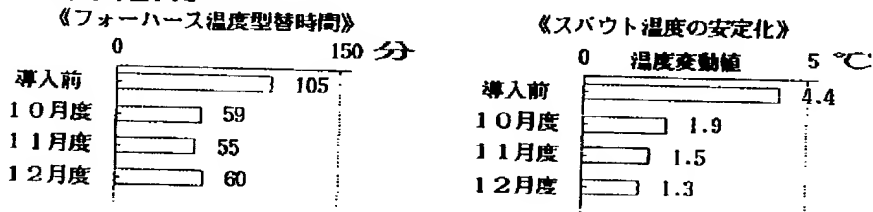


【図55】

## システム稼働前／後比較制御結果

月度比較

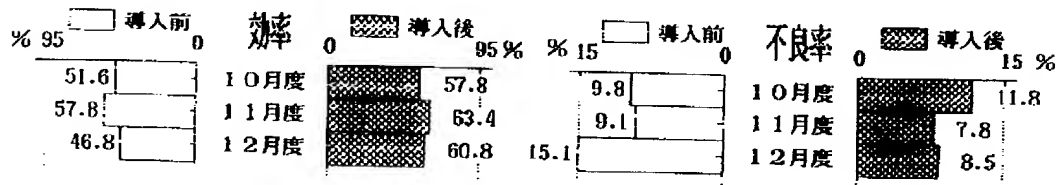
## 1) 制御結果



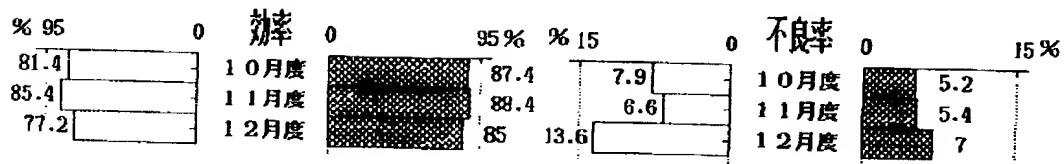
## 2) 生産性

## (1) 初日

《同一製品での生産効率比較》



## (2) 2日目以降



フロントページの続き

(72)発明者 小西 正浩

愛知県一宮市大赤見若年685番の1